

# AIRBORNE EM

**UN MÉTODO INNOVADOR Y EFICAZ PARA LA  
INVESTIGACIÓN Y GESTIÓN DE AGUAS  
SUBTERRÁNEAS**



# HIDROGEOLOGÍA

La **RESISTIVIDAD** es uno de los parámetros más útiles para caracterizar y desarrollar modelos geológicos

Para aplicar estos parámetros a un proyecto "tamaño de cuenca", es necesario contar con una tecnología capaz de **MEDIR la distribución de la resistividad de forma detallada y fiable**, con el fin de alcanzar los siguientes objetivos:

- Buena resolución vertical y horizontal
- Adquisición rápida
- Costes relativamente bajos

El candidato perfecto es el método electromagnético aerotransportado

*(Airborne ElectroMagnetics - AEM)*



# AEM PUEDE SER ÚTIL PARA:

Detección de agua dulce

Cartografía de la intrusión de agua marina (SALADA)

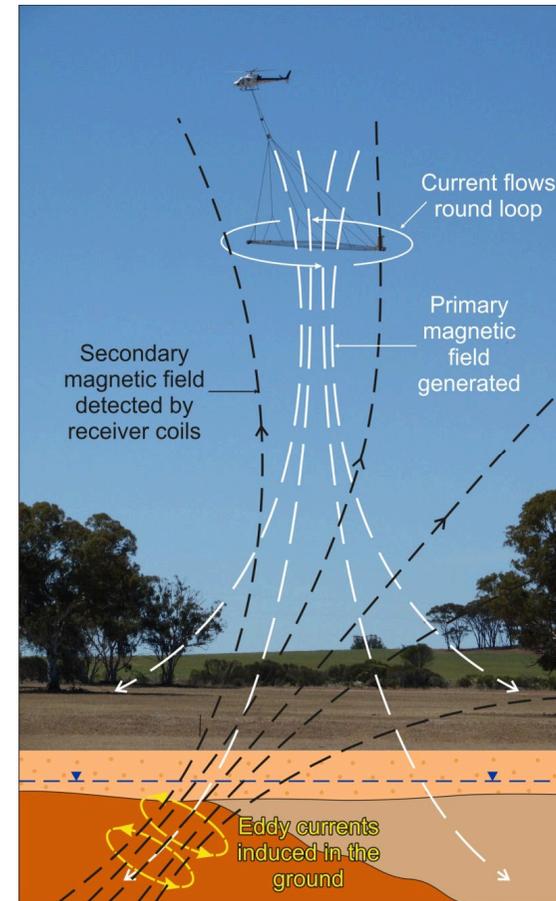
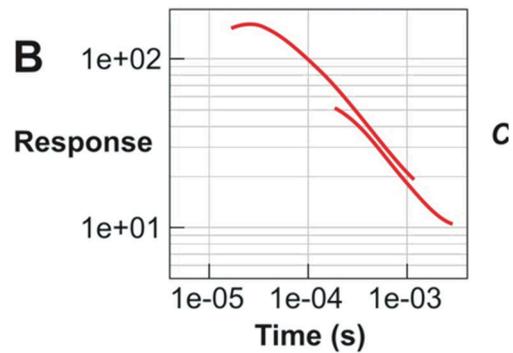
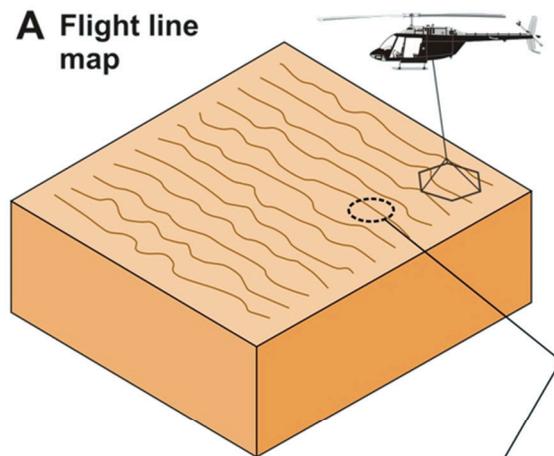
Evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos subterráneos

Modelización hidrogeológica

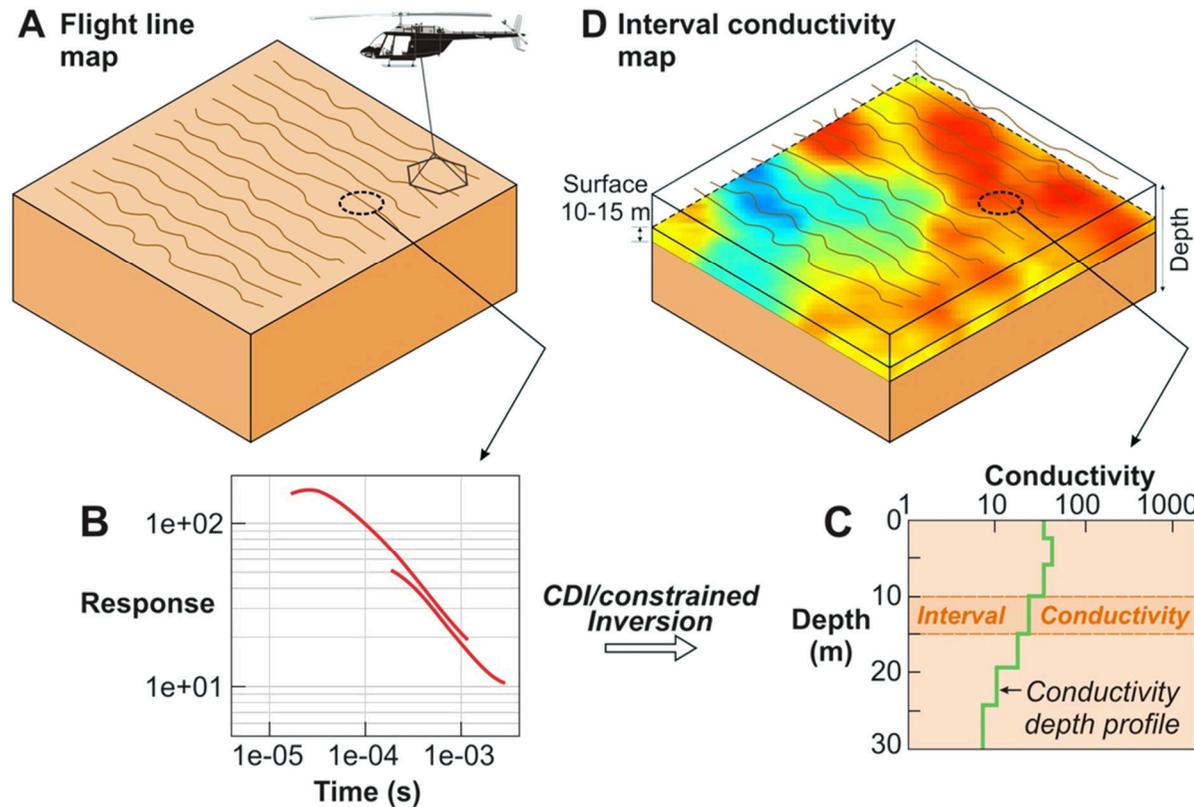
Gestión de aguas subterráneas a escala de cuenca



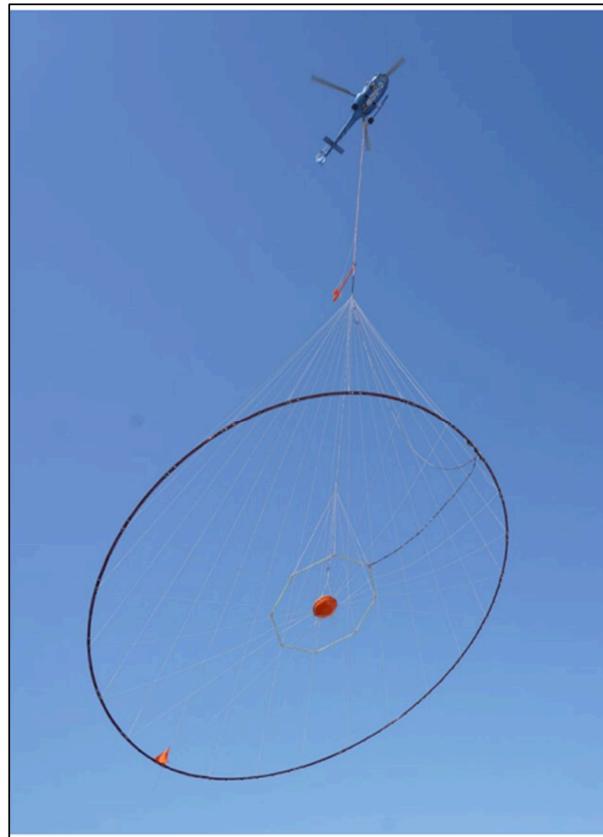
# APLICACIÓN: ADQUISICIÓN DE DATOS



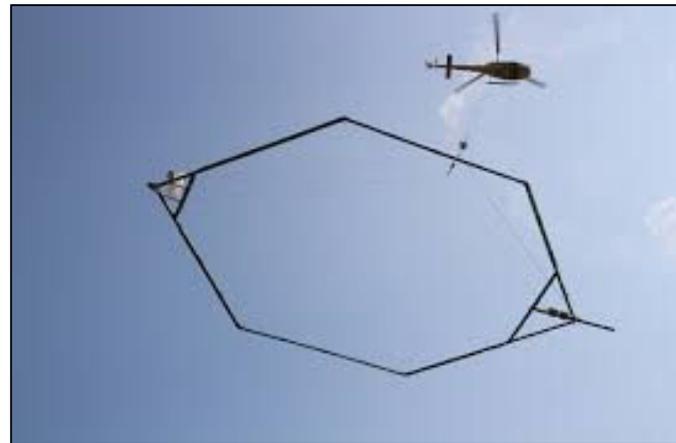
# APLICACIÓN: DE LOS DATOS AL MODELO GEOELÉCTRICO



# EJEMPLOS DE SISTEMAS DE AEM

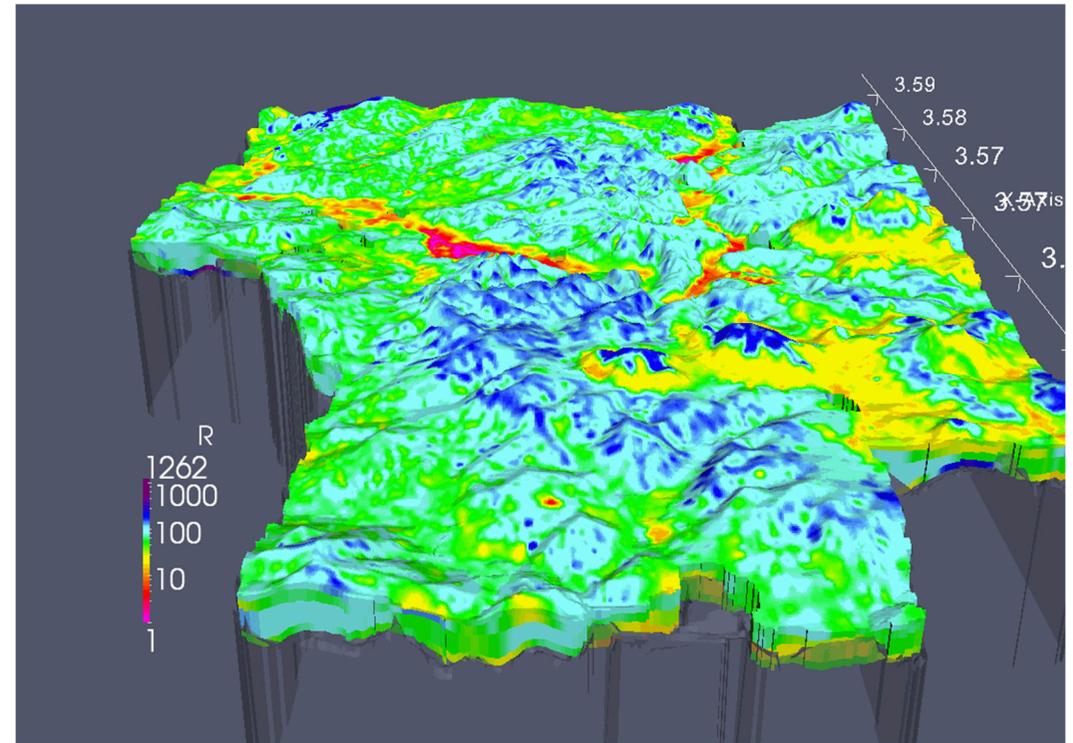


# EJEMPLOS DE SISTEMAS DE AEM

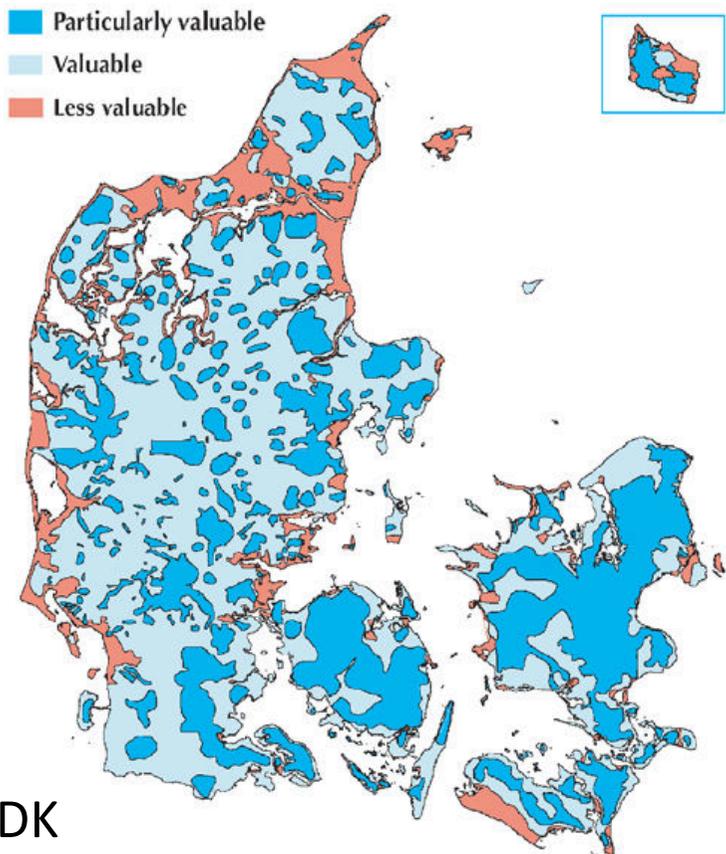


# AEM: UNA OPORTUNIDAD PARA REALIZAR MODELOS HIDROGEOLÓGICOS

- Cubre **grandes áreas** - escala de cuenca
- Gran **densidad de datos** (~ 100 modelos/km<sup>2</sup>)
- Buena **penetración en profundidad** (~ 200 - 500 m)
- **Rapidez** en la adquisición de los datos (~ hasta 300 km de línea/día)
- **Rentable**
- **Resultados cualitativos y cuantitativos**
- Obtención de **parámetros deterministas** del subsuelo
- Gran valor para la **gestión de aguas**



# ALGUNOS PAÍSES QUE NO TIENEN INFORMACIÓN SUFICIENTE PARA ENFRENTARSE A LOS DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, ESTÁN RECURREINDO A MAPAS DE AEM





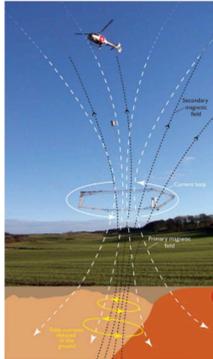
Danish Groundwater Mapping and Geodata Management

THE DANISH LAW OF GROUNDWATER PROTECTION (1998)

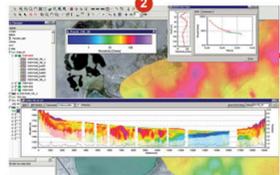
- Drinking water must be naturally clean and untreated groundwater
- Categorized recharge areas
  - Recharges area of major value (40%)
  - Recharges area
  - Recharges area of limited value
- Dense groundwater mapping (40%)
  - Resource today and future
  - Vulnerability towards pollution
- Funding
  - Taxes on groundwater withdrawals
  - € 0,07 pr. m3 ~ € 15 mil per year
- Time perspective
  - Mapping finished in 2015, total cost approx. € 250 mil

\*see Thomsen, R. & Sondergaard, V (Tech. Ed) & Klee, P. (Ed.), 2013. Greater water security with groundwater - Groundwater mapping and sustainable groundwater management. The Rethink Water network and Danish Water Forum white papers, Copenhagen. Available at [www.rethinkwater.dk](http://www.rethinkwater.dk)

WHITE PAPER - GROUNDWATER MAPPING AND SUSTAINABLE MANAGEMENT | 7



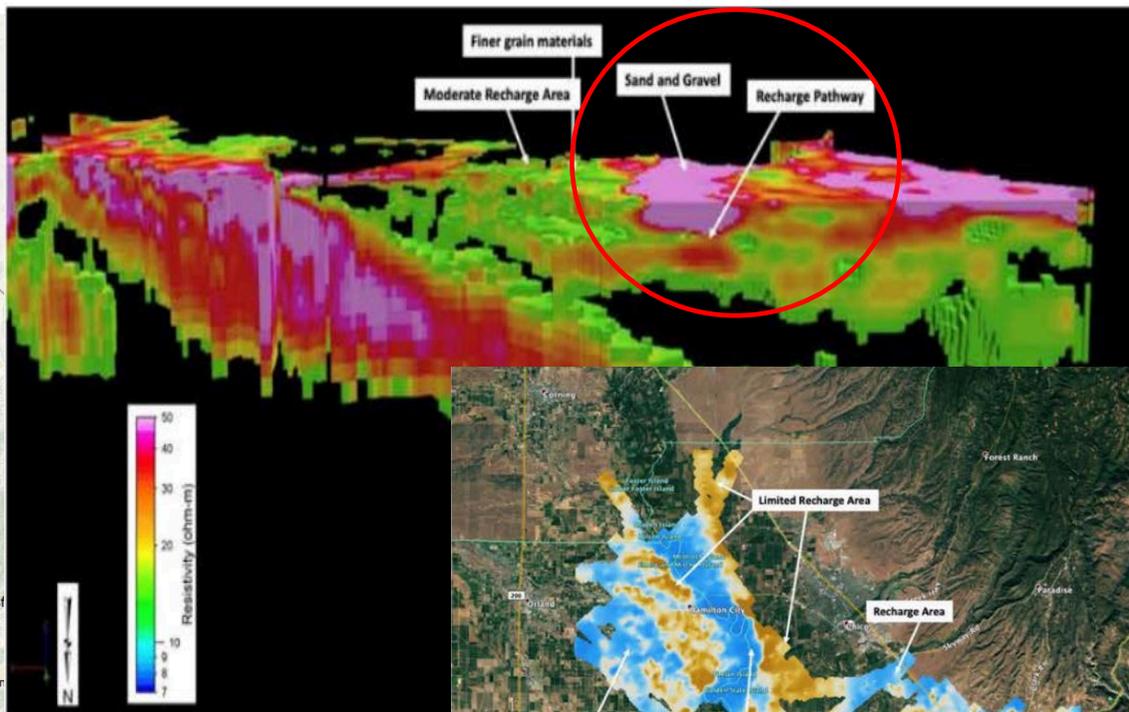
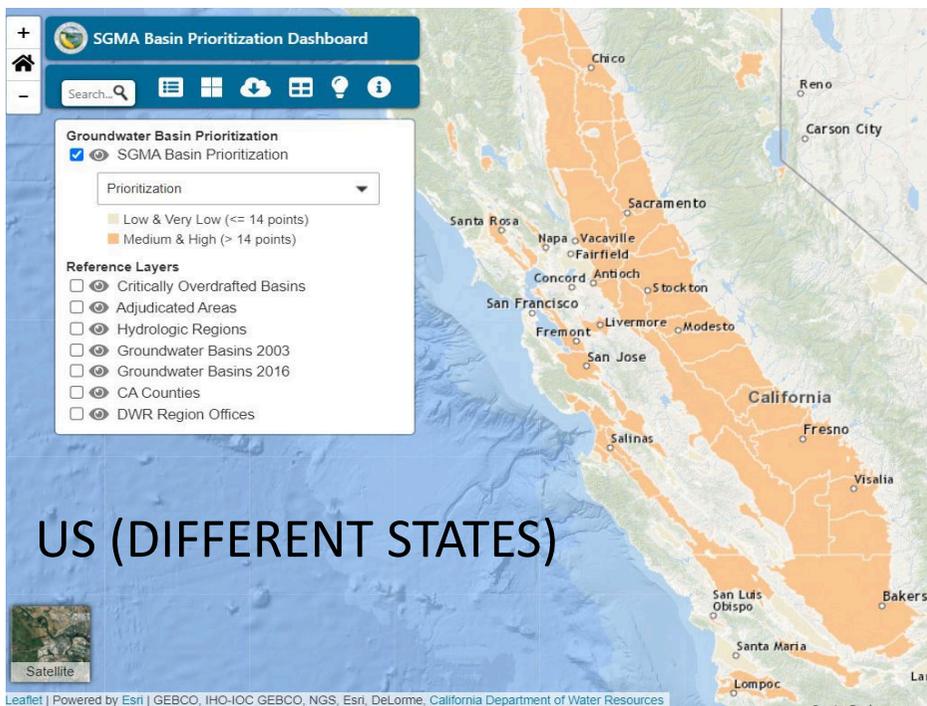
**Step 1** The SkyTEM airborne survey system has proved to be an invaluable aid in the large scale mapping of groundwater resources in Denmark, and other countries, through the detailed mapping of the subsurface resistivity. The system transmits an electromagnetic signal towards the ground, and translates the signal it receives back into a resistivity model. (Courtesy: Aarhus University, HydroGeophysics Group and GEUS).



**Step 2** The Aarhus Workbench software allows geophysicists to turn the SkyTEM raw data into accurate, transparent and well-documented 3D resistivity models of the subsurface, which are the geophysical basis for the groundwater mapping programme. The software is unique, as it was developed specifically for the hydro-geological application of airborne geophysical data. It incorporates tools for applying data processing and modelling protocols to ensure the results meet the quality required in groundwater mapping. (Courtesy: Aarhus Geophysics).



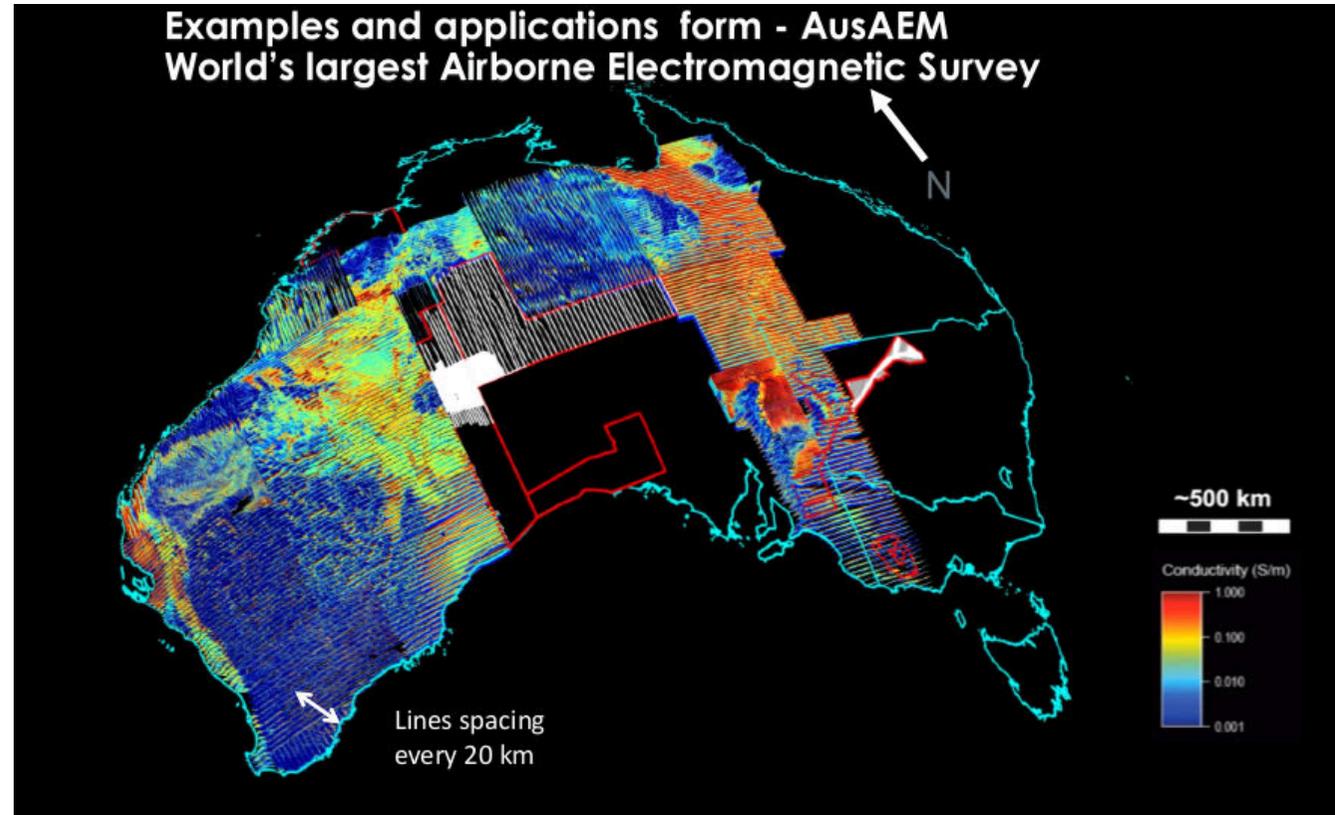
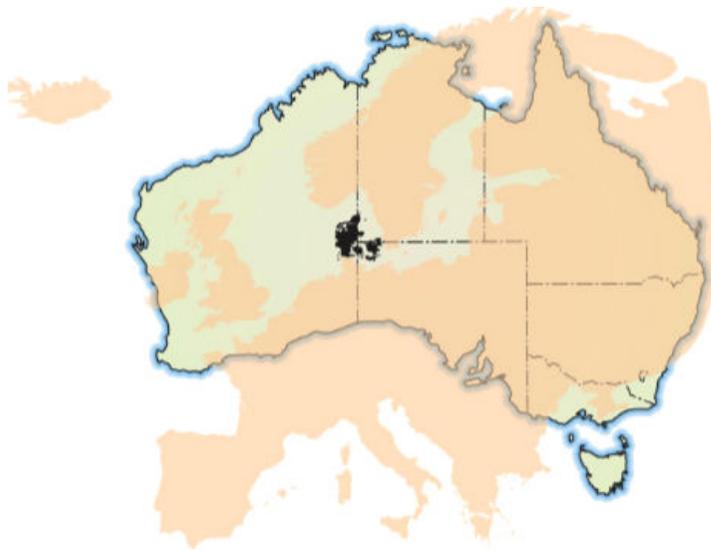
# ALGUNOS PAÍSES QUE NO TIENEN INFORMACIÓN SUFICIENTE PARA ENFRENTARSE A LOS DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO ESTÁN RECURREINDO A MAPAS DE AEM



El Estado de California promulgó la Ley de Gestión Sostenible de las Aguas Subterráneas, que obliga a los organismos locales de las cuencas de aguas subterráneas de prioridad alta y media a elaborar y aplicar planes de sostenibilidad

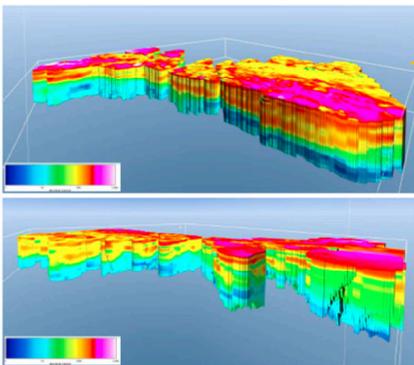


# ALGUNOS PAÍSES QUE NO TIENEN INFORMACIÓN SUFICIENTE PARA ENFRENTARSE A LOS DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO ESTÁN RECURREINDO A MAPAS DE AEM

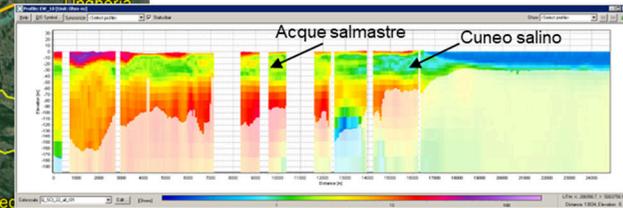
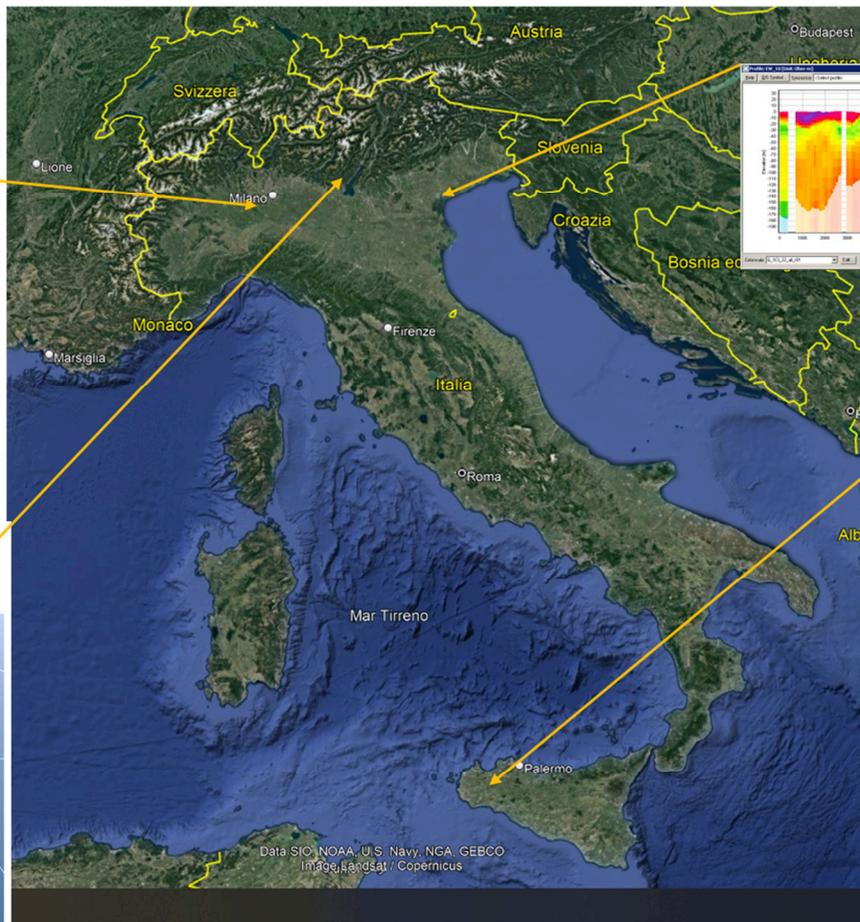
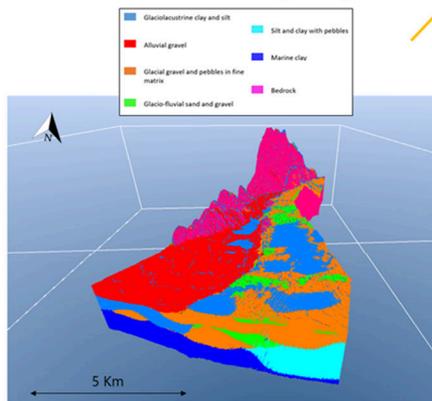


# ALGUNOS PAÍSES QUE NO TIENEN INFORMACIÓN SUFICIENTE PARA ENFRENTARSE A LOS DESAFÍOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO ESTÁN RECURREIENDO A MAPAS DE AEM

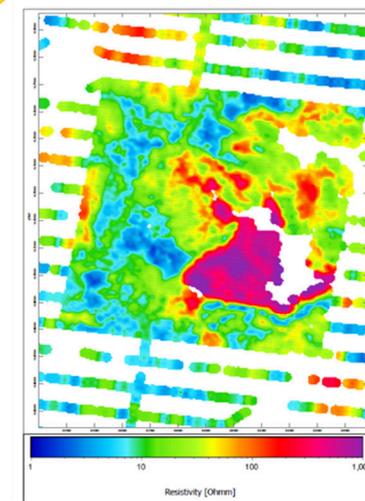
CAP Holding, Milano, Magenta (2018)



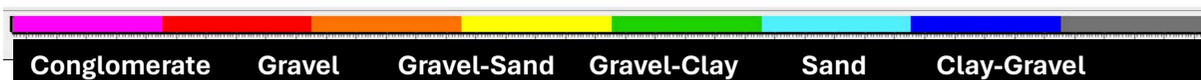
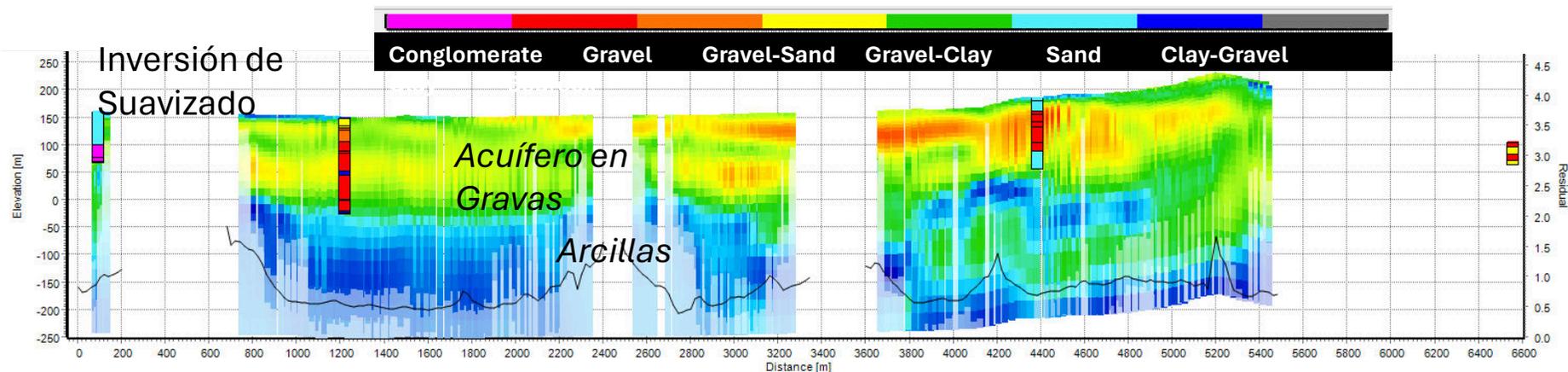
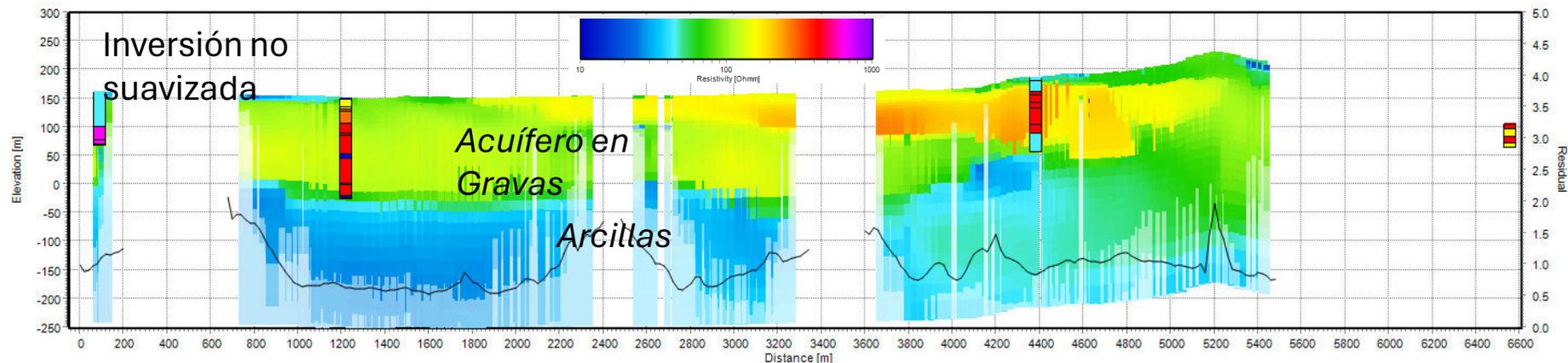
A2A Ciclo Idrico, Brescia (2021)



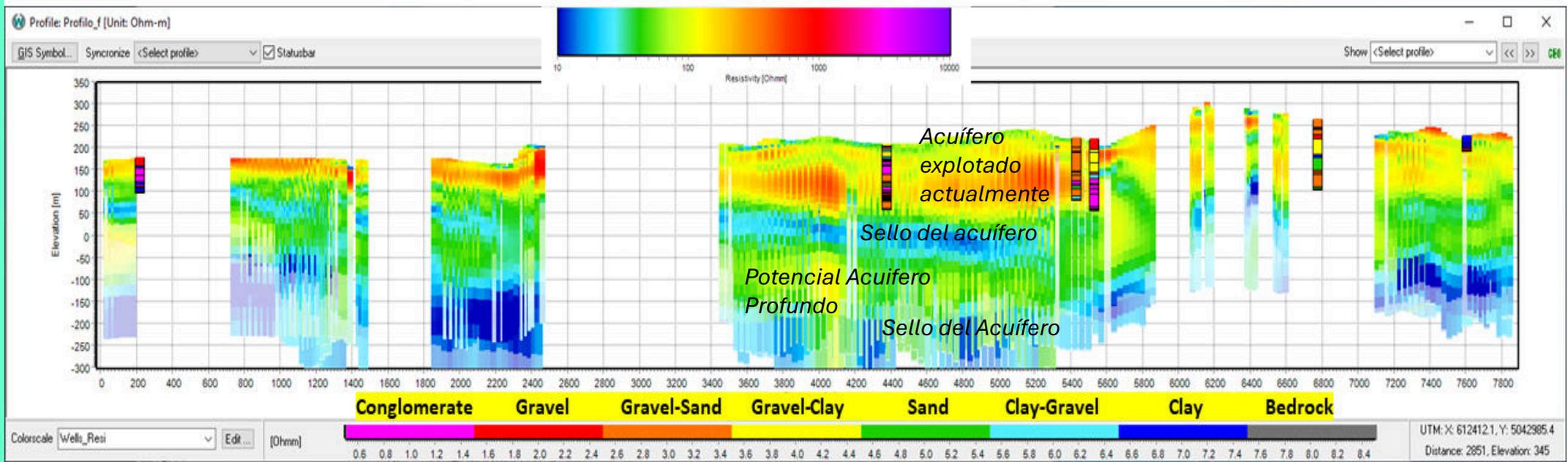
CNR Progetto VIGOR Sicilia Occidentale (2011)



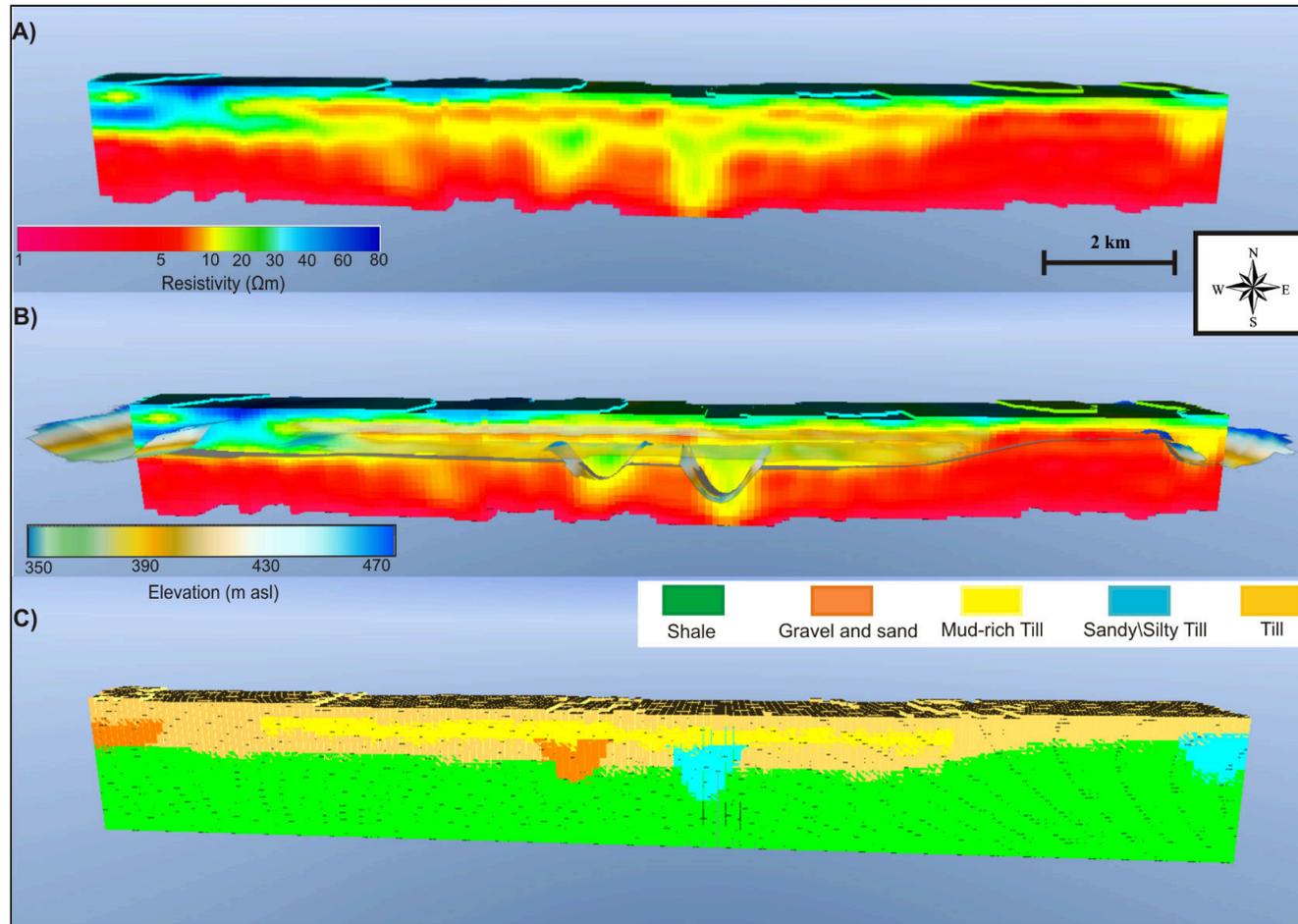
# DETECCIÓN DE ACUÍFEROS



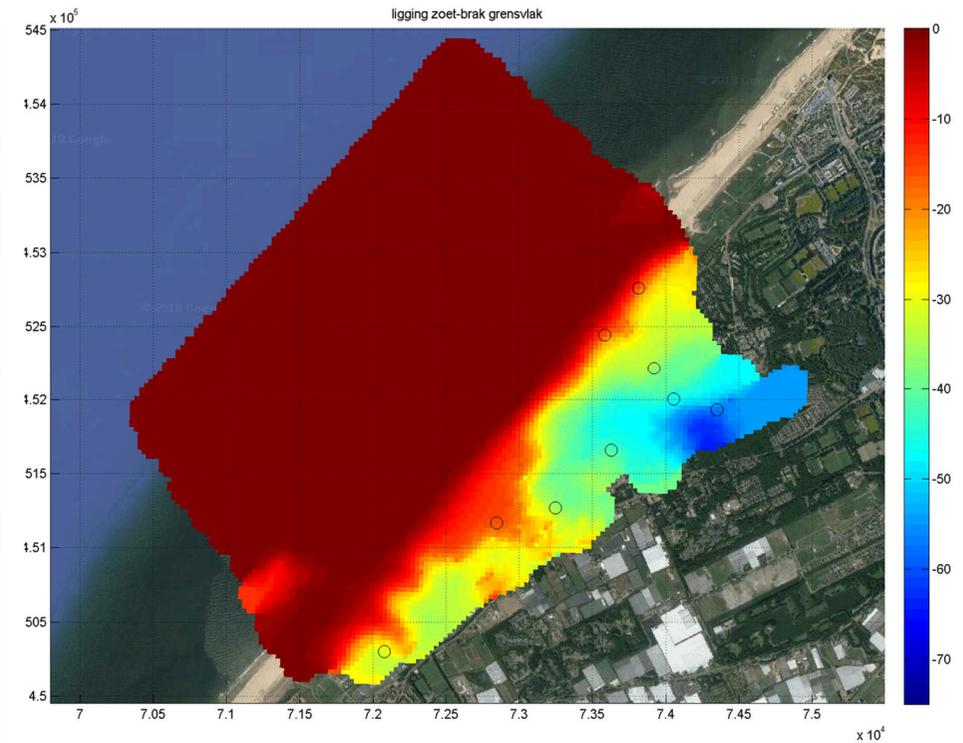
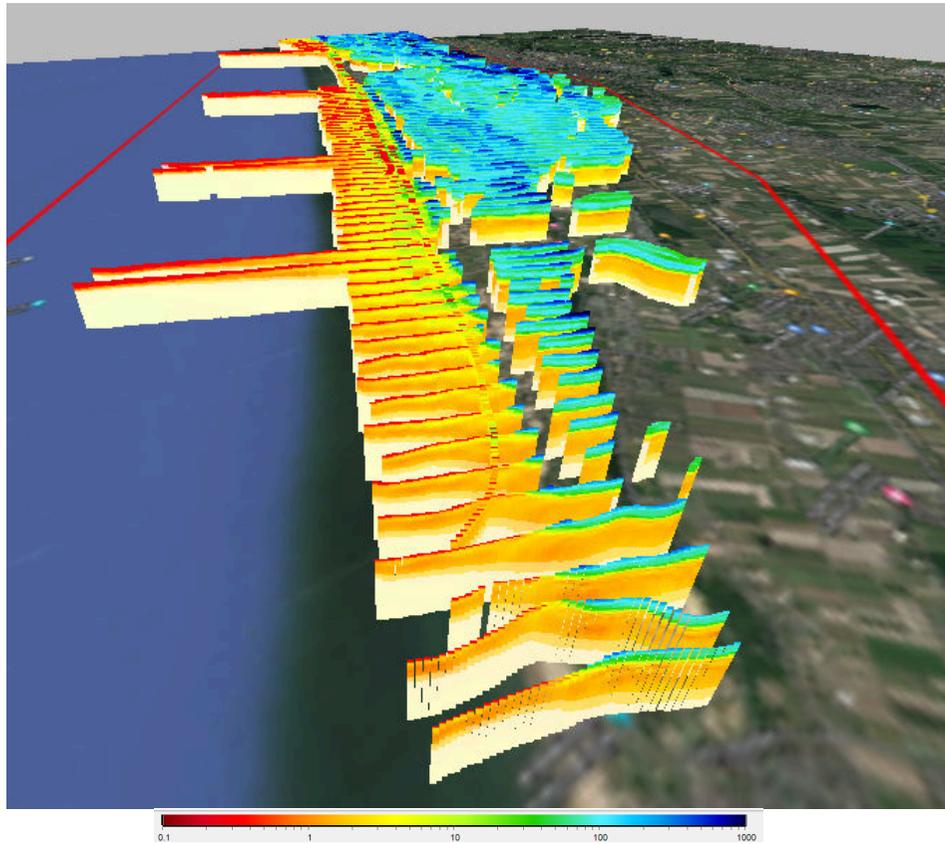
# DETECCIÓN DE NUEVOS ACUÍFEROS NO EXPLOTADOS



# MODELO LITOLÓGICO EN VOXEL



# INTEGRACIÓN DE AEM Y MEDIDAS EN SONDEOS EN LA CUESTA HOLANDESA PARA MAPEAR INTRUSIÓN SALINA COSTERA



# CONCLUSIONES Y BENEFICIOS

- Se puede aplicar en zonas rurales, y algunas medianamente urbanizadas
- Modelización detallada con gran resolución vertical y lateral
- Se puede integrar con datos auxiliares (hidrogeología)
- Rápida adquisición y entrega de resultados
- Fácil acceso a emplazamientos, propiedades privadas y zonas remotas
- Adquisición de datos en topografía complicada
- Rentable

